

09-89031
INPIINSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

REC'D 04 FEB 2000

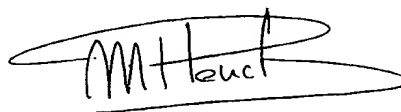
WIPO

PCT

EU

#9
B.D.**BREVET D'INVENTION** 4-13-03**CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION****COPIE OFFICIELLE**

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le **28 JAN. 2000**Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets**PRIORITY
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)**Martine PLANCHE****INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE****SIEGE**26 bis. rue de Saint Petersburg
75800 PARIS Cédex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04
Télécopie : 01 42 93 59 30

THIS PAGE BLANK (USPTO)



26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : (1) 42.94.52.52 Télécopie : (1) 42.93.59.30

BREVET D'INVENTION, CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle-Livre VI

cerja

N° 55-1328

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

Confirmation d'un dépôt par télécopie ☒

Cet imprimé est à remplir à l'encre noire en lettres capitales

Réserve à l'INPI
DATE DE REMISE DES PIÈCES **27 JAN. 1999**
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL **99 01068 -**
DÉPARTEMENT DE DÉPÔT
DATE DE DÉPÔT **27 JAN. 1999** **N. P. I. RENNES**

1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE
À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE

CABINET BALLOT-SCHMIT
Mr Yves BEAUFILS
4 Rue Général Hoche
56100 LORIENT

n° du pouvoir permanent références du correspondant téléphone
CCETT019 02 97 21 87 87

2 DEMANDE Nature du titre de propriété industrielle

☒ brevet d'invention ☐ demande divisionnaire

☐ certificat d'utilité ☐ transformation d'une demande de brevet européen

☐ demande initiale
☐ brevet d'invention

☐ certificat d'utilité n° date

Établissement du rapport de recherche

☒ différé ☐ immédiat

Le demandeur, personne physique, requiert le paiement échelonné de la redevance ☐ oui ☐ non

Titre de l'invention (200 caractères maximum)

PROCEDE DE TRAITEMENT DE SIGNAL POUR RADIO LOGICIELLE ET ARCHITECTURE DE RECEPTION RADIO CORRESPONDANTE.

3 DEMANDEUR (S) n° SIREN code APE-NAF

Nom et prénoms (souligner le nom patronymique) ou dénomination

- FRANCE TELECOM**
- TELEDIFFUSION DE FRANCE**

Forme juridique

S.A.

S.A.

Nationalité (s) 1. Française. 2. Française.

Adresse (s) complète (s)

- 6 Place d'Alleray**
75015 PARIS
- 10 Rue d'Oradour-sur-Glane**
75015 PARIS

Pays

FRANCE

FRANCE

4 INVENTEUR (S) Les inventeurs sont les demandeurs ☐ oui ☒ non En cas d'insuffisance de place, poursuivre sur papier libre ☐ Si la réponse est non, fournir une désignation séparée

5 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES ☐ requise pour la 1ère fois ☐ requise antérieurement au dépôt : joindre copie de la décision d'admission

6 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE
pays d'origine numéro date de dépôt nature de la demande

7 DIVISIONS antérieures à la présente demande n° date n° date

8 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE
(nom et qualité du signataire - n° d'inscription)

Yves BEAUFILS CPI 92-1015

SIGNATURE DU PRÉPOSÉ À LA RÉCEPTION SIGNATURE APRES ENREGISTREMENT DE LA DEMANDE À L'INPI

DÉSIGNATION DE L'INVENTEUR

(si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

7

DIVISION ADMINISTRATIVE DES BREVETS

26bis, rue de Saint-Petersbourg
75800 Paris Cédex 08

Tél. : 01 53 04 53 04 - Télécopie : 01 42 93 59 30

N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL

97068

TITRE DE L'INVENTION :

PROCEDE DE TRAITEMENT DE SIGNAL POUR RADIO LOGICIELLE ET
ARCHITECTURE DE RECEPTION RADIO CORRESPONDANTE.

LE(S) SOUSSIGNÉ(S)

Yves BEAUFILS
CABINET BALLOT-SCHMIT
4 RUE GENERAL HOCHÉ
56100 LORIENT

DÉSIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) (indiquer nom, prénoms, adresse et souligner le nom patronymique) :

PALICOT Jacques
15 rue Robelin
35000 RENNES

ROLAND Christian
Le Petit Val
35220 SAINT DIDIER

NOTA : A titre exceptionnel, le nom de l'inventeur peut être suivi de celui de la société à laquelle il appartient (société d'appartenance) lorsque celle-ci est différente de la société déposante ou titulaire.

Date et signature (s) du (des) demandeur (s) ou du mandataire

Lorient, le 26.01.1999

Beaufils

Yves BEAUFILS CPI 92-1015

**PROCEDE DE TRAITEMENT DE SIGNAL POUR RADIO LOGICIELLE
ET ARCHITECTURE DE RECEPTION RADIO CORRESPONDANTE**

5 La présente invention concerne un procédé de traitement
de signal pour radio logicielle large bande et une
architecture de réception pour la mise en oeuvre de ce
procédé. Elle trouve tout particulièrement son
application dans le domaine des terminaux mobiles
téléphoniques ou les récepteurs de télévision.

10 La multiplication des standards notamment en
télécommunications et plus précisément en téléphonie
cellulaire, a obligé les fabricants à concevoir des
produits spécifiques pour chaque type de réseau. La
15 tendance actuelle est désormais à la recherche d'un
produit unique, l'adaptation de ce produit au réseau se
faisant par logiciel.

20 Ainsi, la réalisation d'une radio numérique universelle
capable de supporter tous les schémas de démodulation
et les évolutions de protocoles les plus divers, et ce
par une simple mise à jour du logiciel de traitement
d'un processeur numérique (DSP), constitue le principal
objectif de la radio logicielle, communément désignée
25 par le terme "software radio" dans la littérature
anglo-saxonne. Compte tenu des améliorations techniques
dans le domaine des processeurs numériques et des
convertisseurs analogique/numérique, la radio
logicielle vise à numériser les signaux au plus près de
30 l'antenne et à concevoir une partie matérielle
générique.

L'un des freins de l'application de cette technique est le convertisseur analogique/numérique. En effet, la meilleure solution consisterait à numériser directement les signaux à la sortie de l'antenne. Malheureusement, la technologie actuelle des convertisseurs A/N ne permet pas de travailler à des fréquences d'échantillonnage élevées avec une sensibilité et une dynamique suffisantes pour numériser directement les signaux à la sortie de l'antenne. Il existe notamment des convertisseurs A/N capables d'échantillonner à 1 Géc/s mais leur résolution se limite à 8 bits dans le meilleur des cas, ce qui est largement insuffisant pour récupérer des signaux GSM (200 KHz de largeur de canal et 90 dB de dynamique) dans une large bande de fréquences, de l'ordre d'une à plusieurs centaines de mégahertz.

Actuellement, l'unique solution pour simuler une radio logicielle et ainsi traiter tous les signaux radio dans une large bande de fréquences consiste à empiler les récepteurs numériques bande étroite. Cette solution n'est toutefois pas très satisfaisante car elle se révèle très coûteuse et ne supporte pas les évolutions des standards.

Aussi, un but de l'invention est de pallier les inconvénients de l'art antérieur cité en proposant un procédé de traitement de signal et une architecture de réception pour radio logicielle aptes à traiter tous les signaux radio, quelles que soient leur largeur de canal et leur puissance, dans une large bande de fréquences.

L'invention a pour objet un procédé de traitement des signaux radio d'une pluralité de standards de radiocommunication occupant une large bande de fréquences caractérisé en ce qu'il comporte:

- 5 - une étape d'analyse large bande pour rechercher les signaux radio dans ladite large bande de fréquences, et
 - une étape de traitement bande étroite pour démoduler les signaux radio repérés lors de l'étape d'analyse large bande.

10

L'étape d'analyse large bande consiste à effectuer une recherche de canaux renfermant des signaux radio dans la bande de fréquences à analyser. En pratique, cette recherche est effectuée par un processeur numérique.

15

Dans le cas de signaux radio démodulables en large bande (généralement les standards à faible dynamique), le traitement en bande étroite (extraction du signal contenu dans le canal, démodulation) des signaux radio
20 est réalisé par un processeur numérique et le procédé de traitement de signal proposé fonctionne alors comme une véritable radio logicielle.

25

Pour les autres signaux, on simule fonctionnellement une radio logicielle selon l'invention en réalisant l'extraction du signal contenu dans le canal par un filtrage analogique et la démodulation par un processeur numérique.

30

L'invention concerne également une architecture réception de radio logicielle apte à traiter les signaux radio d'une pluralité de standards de radiocommunication occupant une ou plusieurs larges

bandes de fréquences, caractérisée en ce qu'elle comporte des moyens d'analyse large bande pour rechercher les signaux radio dans ladite large bande de fréquences, et des moyens de traitement bande étroite
5 pour démoduler les signaux radio repérés lors de l'analyse large bande.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée
10 qui suit et qui est faite en référence aux dessins annexés, parmi lesquels :

- la figure 1 est un organigramme détaillé des étapes effectuées par le procédé de traitement de signal de l'invention; et
- 15 - les figures 2, 3 et 4 sont des schémas fonctionnels d'architecture de réception pour radio logicielle destinée à mettre en oeuvre le procédé de traitement de signal de l'invention.

20 Pour démoduler tous les signaux radio, quelles que soient leur largeur et leur puissance, qui sont présents dans une ou plusieurs larges bandes de fréquences, on propose selon l'invention d'effectuer tout d'abord une analyse large bande afin de rechercher
25 dans cette bande de fréquences les signaux radio à démoduler, puis un traitement en bande étroite destiné à démoduler les signaux repérés lors de l'analyse de la bande de fréquences.

30 L'étape d'analyse large bande consiste à rechercher dans la bande de fréquences des signaux radio, dans le cas de la téléphonie mobile (GSM, DECT, IS95,...), des canaux de service tels que des canaux de signalisation

ou de synchronisation, et dans le cas de la diffusion audio et télévision (DAB,DVB), des canaux de diffusion.

5 Dans la suite de la description, on conviendra que la bande de fréquences à analyser peut contenir plusieurs canaux, chaque canal étant apte à transmettre un signal utile. Par ailleurs, un standard de communication ou de diffusion comprend un ensemble de canaux répondant à une spécification particulière.

10

Un organigramme des étapes du procédé de traitement de signal pour radio logicielle selon l'invention est représenté à la figure 1.

15

Selon l'invention, l'étape d'analyse large bande consiste tout d'abord en un filtrage de la bande à analyser et en une étape d'ajustement du niveau de puissance des signaux radio reçus. Les signaux analogiques ainsi ajustés de la bande de fréquences

20

sont ensuite convertis en signaux numériques. Etant donnée la taille de la bande de fréquences à analyser (plusieurs dizaines de mégahertz), on prévoit un convertisseur A/N capable de travailler à une fréquence d'échantillonnage relativement élevée, de l'ordre de 1

25

Géch/s pour une résolution 8 bits. Les signaux ainsi numérisés sont ensuite traités par un processeur numérique. Ce processeur a pour rôle de rechercher les canaux de la bande de fréquences qui contiennent des signaux radio.

30

Si le processeur connaît les standards de communication de la bande de fréquences à analyser, il sélectionne un premier standard de communication. Dans le cas

contraire, il recherche un premier standard dans la bande et le sélectionne, par exemple à l'aide d'une transformée de Fourier (FFT) en comparant le spectre obtenu à différents gabarits connus. Il recherche
5 ensuite dans ledit standard un canal de service ou un canal de communication.

Dès qu'un canal est repéré, la bande de fréquences analysée subit une étape de traitement en bande étroite
10 visant à extraire le signal du canal repéré et à le démoduler. Pour réaliser l'extraction de ce canal, il est nécessaire de connaître si la sensibilité du convertisseur A/N employée est suffisante pour permettre une extraction convenable du signal du canal
15 par filtrage numérique. Cette extraction par filtrage numérique après analyse de la bande est possible lorsque la dynamique des signaux dans la bande à analyser est inférieure à la résolution du convertisseur A/N (c'est le cas pour des signaux DECT
20 ou IS95). Dans ce cas, le procédé de l'invention fonctionne comme une véritable radio logicielle.

Dans le cas où la résolution du convertisseur A/N est insuffisante pour effectuer directement une extraction
25 du signal du canal trouvé par filtrage numérique, on prévoit selon l'invention de réduire la bande de fréquences à traiter à la largeur du canal extrait en effectuant une extraction du signal du canal par filtrage analogique en bande étroite. Le signal filtré
30 est ensuite converti en un signal numérique puis démodulé par un processeur numérique.

Bien entendu, si on ne trouve pas de canal dans le premier standard analysé, on effectue des recherches de canaux dans les autres standards de la bande de fréquences.

5

Après la démodulation d'un premier canal, on peut en outre prévoir de démoduler d'autres canaux dans le même standard ou des canaux dans d'autres standards.

10

A noter que, lorsque la taille de bande de fréquences à analyser est supérieure à environ 100 MHz, l'analyse de la bande de fréquences est effectuée par tranches de 100 MHz pour que la sensibilité du convertisseur soit suffisante pour permettre une analyse efficace de la bande de fréquences dans le processeur numérique.

15

En variante, on peut également prévoir de faire une analyse large bande séparée pour chaque standard.

20

Pour la mise en oeuvre de ce procédé, on propose selon l'invention plusieurs architectures possibles représentés aux figures 2 à 4.

25

Les signaux radiofréquence reçus à l'entrée du dispositif sont référencés RF. Dans une première forme de réalisation illustrée à la figure 2, les signaux RF sont transposés à une fréquence intermédiaire FI au moyen d'un mélangeur M1 et d'un synthétiseur S. A noter que les signaux RF sont filtrés et amplifiés (non représenté) préalablement pour adapter leur niveau de puissance.

30

Les signaux ainsi transposés sont ensuite filtrés par un bloc de filtrage de type passe-bande, F1, destiné à ne laisser passer que la bande de fréquences à analyser. La bande passante de ce bloc de filtrage est
5 avantageusement réglable en taille et en position pour permettre une analyse de la bande globale tranche par tranche ou standard par standard. En pratique, la taille maximale de la bande passante du filtre F1 est actuellement limitée à environ 100 MHz pour tenir
10 compte des caractéristiques des convertisseurs A/N.

Le niveau de puissance des signaux radio de la bande ainsi filtrée est ensuite ajusté par un amplificateur à commande automatique de gain AMP. Les signaux obtenus
15 sont convertis numériquement par un convertisseur analogique/numérique CAN puis traités par un processeur de traitement numérique DSP. Ce processeur est chargé d'effectuer les recherches de standard et de canal dans la bande de fréquences ainsi numérisée.

20 Si le canal repéré par le processeur lors de l'analyse contient des signaux à faible dynamique (par ex. signaux GSM ou IS95), l'extraction du signal du canal repéré est effectuée dans le processeur DSP par
25 filtrage numérique. Les signaux de ce canal peuvent être ensuite démodulés par ce même processeur ou un autre. Plus précisément, le filtrage numérique est mis en oeuvre lorsque les signaux de la bande de fréquences analysée possède une dynamique temporelle et/ou un
30 rapport des puissances de crête entre les signaux qui est inférieur à la résolution du convertisseur Analogique/Numérique.

Dans le cas contraire, l'extraction du signal du canal est effectuée par filtrage analogique au moyen d'un bloc de filtrage F2 monté en cascade avec le bloc de filtrage F1. Le bloc F2 est soit un filtre
5 programmable, soit un banc de filtres.

Les signaux issus du bloc de filtrage F2 sont ensuite acheminés à l'entrée de l'amplificateur AMP par l'intermédiaire d'un commutateur COM. Les signaux du
10 canal sélectionné sont alors amplifiés par l'amplificateur AMP, puis convertis par le convertisseur CAN et démodulés par le processeur DSP.

A noter que le processeur DSP règle la fréquence d'échantillonnage f_e du convertisseur et la commande
15 automatique de gain de l'amplificateur pour l'analyse large bande et les modifie si nécessaire pour le traitement bande étroite. Il commande également le synthétiseur et le réglage en taille et en position de
20 la bande passante des blocs de filtrage F1 et F2.

Dans la forme de réalisation illustrée figure 2, la démodulation des signaux est effectuée à la fréquence intermédiaire FI. Pour effectuer une démodulation en
25 bande de base ou à une fréquence intermédiaire plus basse, on peut prévoir un second mélangeur M2 entre les blocs de filtrage F1 et F2. Cette forme de réalisation en variante est représentée à la figure 3.

30 Une architecture plus générique est proposée à la figure 4. Dans cette architecture, les blocs de filtrage F1 et F2 sont regroupés en un bloc de filtrage

unique F3 dont la bande passante est réglable en taille et en position par le processeur DSP.

REVENDICATIONS

1) Procédé de traitement des signaux radio d'une pluralité de standards de radiocommunication occupant
5 une large bande de fréquences caractérisé en ce qu'il comporte:

- une étape d'analyse large bande pour rechercher les signaux radio dans ladite large bande de fréquences, et
- une étape de traitement en bande étroite pour
10 démoduler les signaux radio repérés lors de l'étape d'analyse large bande.

2) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape d'analyse large bande consiste à
15 rechercher, parmi les canaux des standards de radiocommunication, les canaux renfermant des signaux radio.

3) Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la recherche de canaux est réalisée par un
20 processeur numérique.

4) Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'étape de traitement en bande
25 étroite comporte une étape d'extraction du signal du canal et une étape de démodulation du signal extrait.

5) Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'étape d'extraction du signal du canal est
30 réalisée par filtrage analogique de la large bande de fréquences lorsque les signaux contenus dans la bande de fréquences analysée possède une dynamique temporelle et/ou un rapport des puissances de crête entre lesdits

signaux qui est supérieur à la résolution d'un convertisseur Analogique/Numérique desdits signaux radio.

- 5 6) Procédé selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que l'étape d'extraction du signal du canal est réalisée par filtrage numérique de la large bande de fréquences lorsque les signaux contenus dans la bande de fréquences analysée possède une dynamique temporelle et/ou un rapport des puissances de crête entre lesdits signaux qui est inférieur à la résolution d'un convertisseur Analogique/Numérique desdits signaux radio.
- 10
- 15 7) Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la large bande de fréquences est analysée par tranche de plusieurs dizaines de mégahertz.
- 20 8) Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la large bande de fréquences est analysée standard par standard.
- 25 9) Architecture réception de radio logicielle apte à traiter les signaux radio d'une pluralité de standards de radiocommunication occupant une large bande de fréquences, caractérisée en ce qu'elle comporte des moyens d'analyse large bande pour rechercher les signaux radio dans ladite large bande de fréquences, et des moyens de traitement bande étroite pour démoduler les signaux radio repérés lors de l'analyse large bande.
- 30

10) Architecture selon la revendication 9, caractérisée en ce que les moyens d'analyse large bande effectuent une recherche, parmi les canaux des standards de communication, des canaux renfermant des signaux radio.

5

11) Architecture selon la revendication 9, caractérisée en ce que les moyens de traitement bande étroite effectuent une extraction des signaux repérés avec les moyens d'analyse large bande et démodulent les signaux extraits.

10

12) Architecture selon la revendication 10 ou 11, caractérisée en ce que les moyens d'analyse large bande comportent un premier bloc de filtrage (F1) dont la bande passante correspond à la bande de fréquences à analyser, un premier amplificateur (AMP) pour ajuster le niveau de puissance des signaux présents dans ladite bande de fréquences à analyser, un premier convertisseur analogique/numérique (CAN) pour convertir lesdits signaux ajustés en puissance, et un premier processeur de traitement numérique (DSP) pour analyser les signaux numériques résultant et en déduire les signaux à démoduler.

15

20

25

13) Architecture selon la revendication 12, caractérisée en ce que la bande passante dudit premier bloc de filtrage est réglable en position et en taille.

30

14) Architecture selon l'une des revendications 9 à 13, caractérisée en ce que les moyens de traitement bande étroite sont un processeur numérique chargé d'effectuer une extraction de canal par filtrage numérique et une démodulation numérique des signaux à garder.

15) Architecture selon l'une des revendications 9 à 13, caractérisée en ce que les moyens bande étroite comportent un second bloc de filtrage (F2) dont la
5 bande passante est réglée en fonction de la taille et de la position du canal à sélectionner, un second amplificateur (AMP) pour ajuster le niveau de puissance des signaux radio à démoduler, un second convertisseur analogique/numérique (CAN) et un second processeur de
10 traitement numérique (DSP) pour effectuer la démodulation desdits signaux numériques résultants.

16) Architecture selon la revendication 14, caractérisée en ce que les premier et second blocs de
15 filtrage (F1,F2), les premier et second amplificateurs, les premier et second convertisseurs analogique/numérique et les premier et second processeurs de traitement numérique sont respectivement physiquement un même bloc de filtrage (F3), un même
20 amplificateur (AMP), un même convertisseur analogique/numérique (CAN) et un même processeur de traitement numérique (DSP).

17) Architecture selon l'une des revendications 12 à
25 15, caractérisée en ce qu'elle comporte en outre, en amont des moyens d'analyse large bande et des moyens de traitement bande étroite, un dispositif de transposition en fréquence pour transposer les signaux radio à une fréquence intermédiaire.

30

18) Architecture selon l'une des revendications 12 à 16, caractérisée en ce que les moyens de traitement bande étroite comportent en outre un dispositif de

transposition en fréquence pour transposer en bande de base ou à une fréquence intermédiaire très basse les signaux à démoduler en bande étroite.

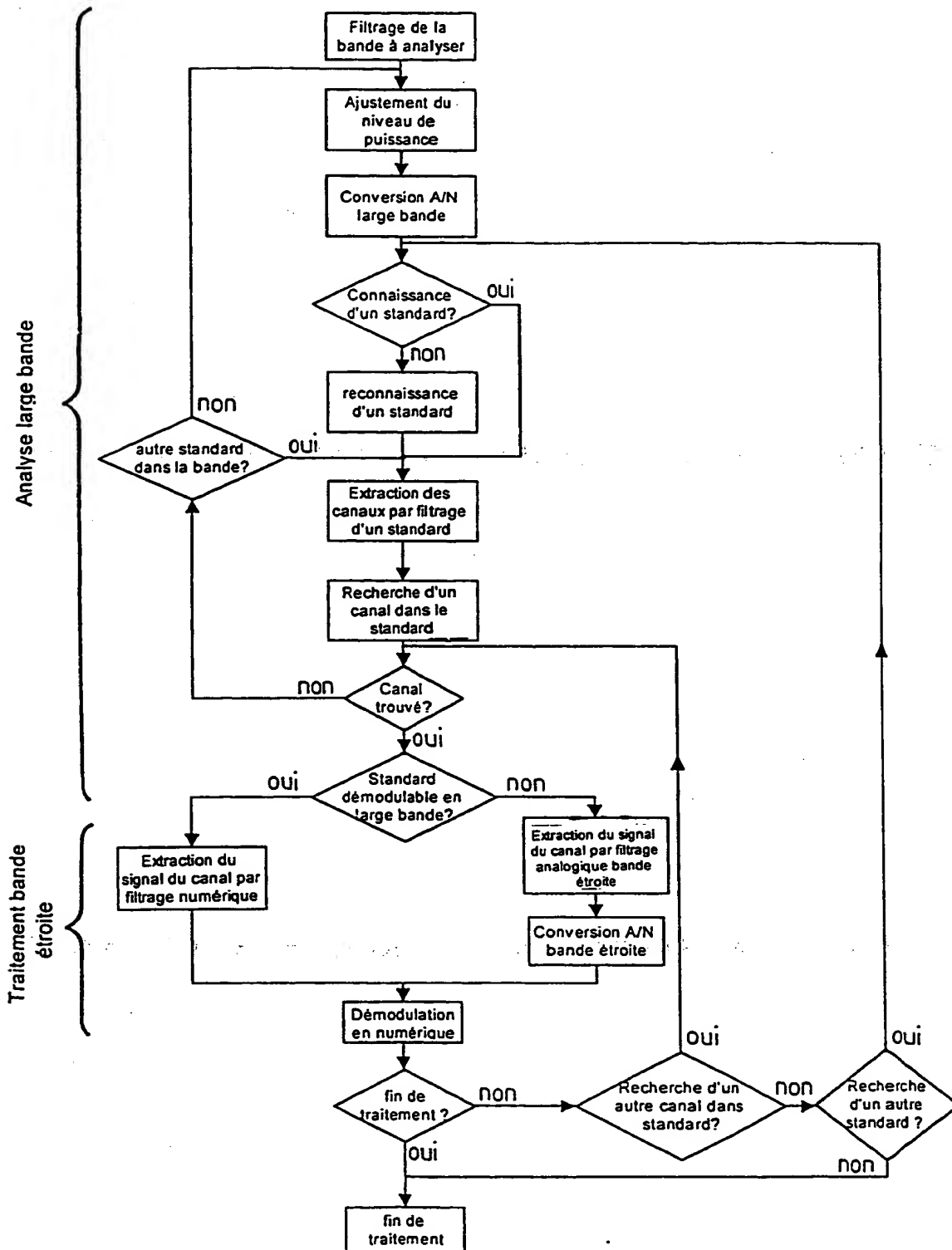


FIGURE 1

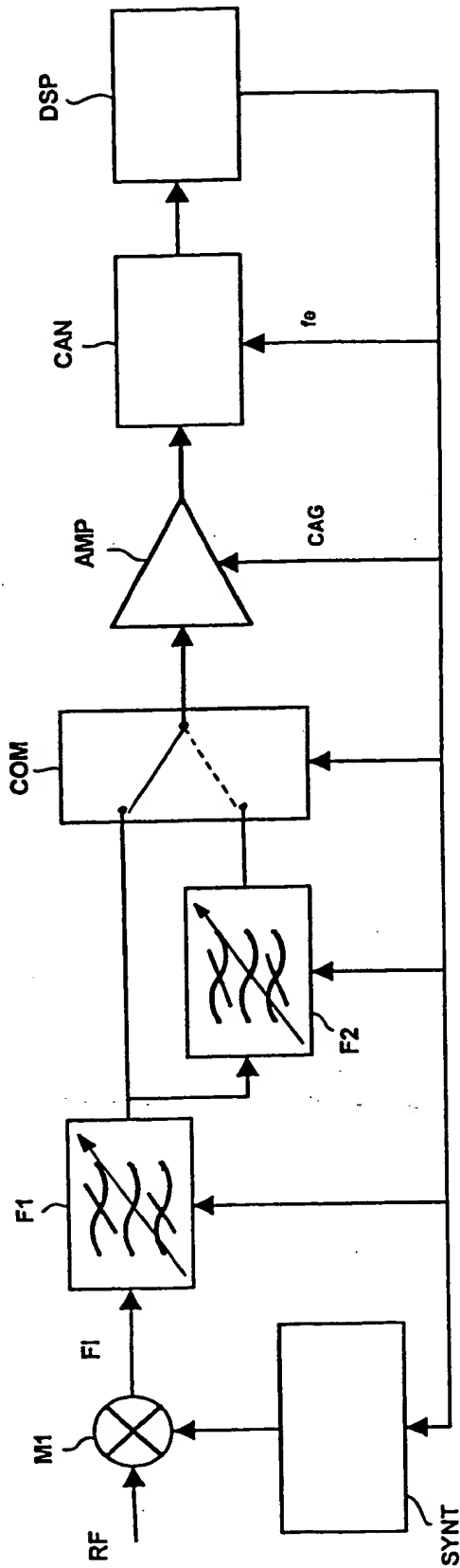


FIGURE 2

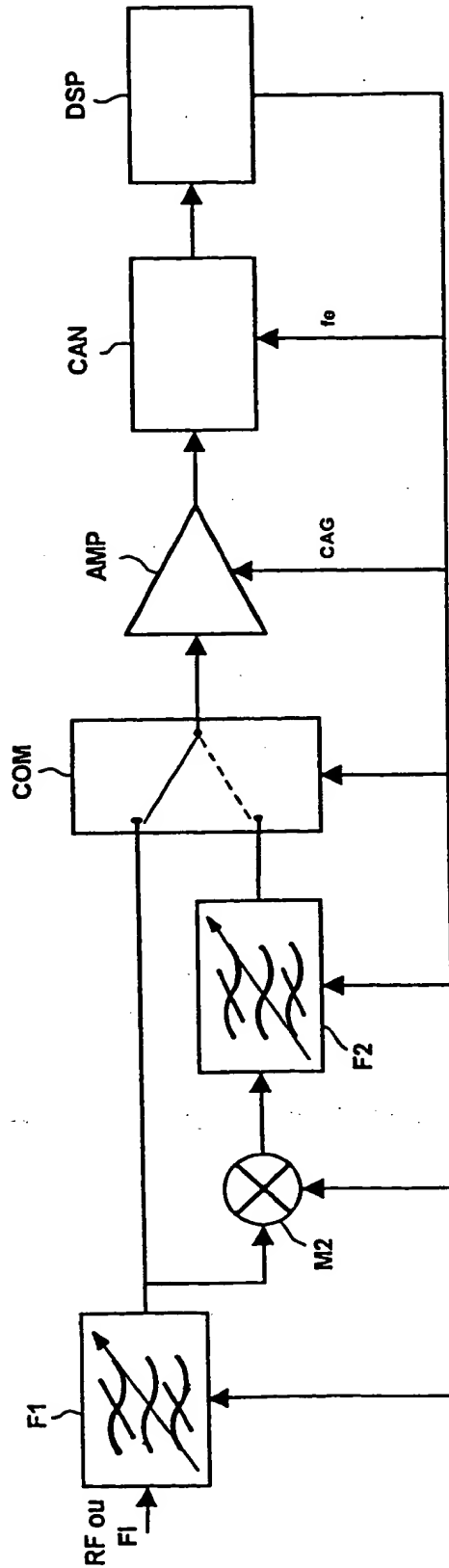


FIGURE 3

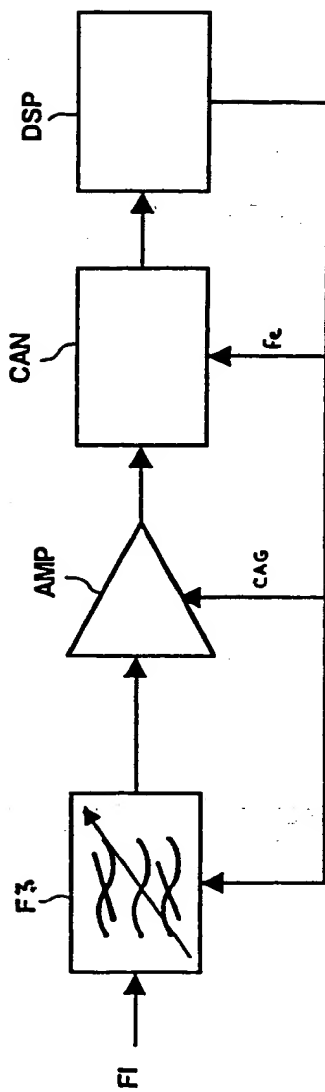


FIGURE 4